

PAT-NO: JP410202508A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10202508 A
TITLE: POLISHING METHOD
PUBN-DATE: August 4, 1998

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
MIURA, KIYOSHI
KUBO, ICHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
SUMITOMO METAL IND LTD N/A

APPL-NO: JP09010534
APPL-DATE: January 23, 1997

INT-CL (IPC): B24B037/00, B23Q017/09 , H01L021/304

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a polishing method capable of accurately detecting the polishing end point of a wafer and polishing it with good reproducibility in an polishing process of finishing polishing with a backing material not in the state of exposure as in a polishing process of flattening the unevenness of the thin film formed on the wafer surface and in the polishing process of not showing remarkable difference polishing resistance between the thin film on the surface and the backing material even when it is polished till the backing material exposes.

SOLUTION: With a dummy wafer Sd having a different polishing resistance laminated on it placed on a wafer placing part 1 on a polishing table

3 in
addition to product wafers Sn and an polishing pad 2 fitted to an
polishing
surface plate 5 is pressed on the product wafers Sn and the dummy
wafer Sd,
this polishing method judges the polishing end point by
simultaneously
polishing the product wafers Sn and the dummy wafer Sd by rotating
either one
of the wafer placing part 1 or the polishing table 3 or the abrasive
surface
plate 5 as supplying polishing slurry between the wafers and the
polishing pad
2 and detecting the change of the polishing resistance of the dummy
wafer Sd
from the time variation of torque of a shaft rotating the polishing
surface
plate 5.

COPYRIGHT: (C)1998, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-202508

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月4日

(51) Int. Cl.⁶

識別記号

F I

B 2 4 B 37/00

B 2 4 B 37/00

D

B 2 3 Q 17/09

B 2 3 Q 17/09

A

H 0 1 L 21/304

3 2 1

H 0 1 L 21/304

3 2 1 M

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-10534

(22) 出願日

平成9年(1997) 1月23日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 三浦 潔

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

(72) 発明者 久保 一郎

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

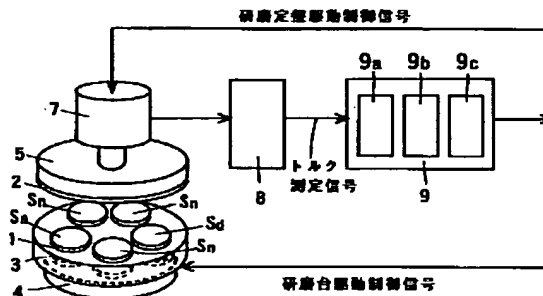
(74) 代理人 弁理士 森 道雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 研磨方法

(57) 【要約】

【課題】 ウエハの表面に形成された薄膜の表面の凹凸の平坦化の研磨工程のように下地材料が露出しない状態で研磨を終了する研磨工程や下地材料が露出するまで研磨する場合であっても表層の薄膜と下地材料との研磨抵抗に顕著な差がない研磨工程においても、研磨終点を正確に検出し、ウエハを再現性良く研磨できる研磨方法を提供する。

【解決手段】 研磨抵抗が異なる層が積層されているダミーウエハSdを製品ウエハSnに加えて、研磨台3上のウエハ載置部1に載置し、この製品ウエハSnおよびダミーウエハSdに研磨定盤5に被着された研磨パッド2を押し当て、それらと研磨パッド2との間に研磨スラリを供給し、ウエハ載置部1、研磨台3、研磨定盤5の少なくとも一つを回転させて製品ウエハSnおよびダミーウエハSdを同時に研磨し、研磨定盤5を回転させる回転軸のトルクの時間変化からダミーウエハSdの研磨抵抗の変化を検出し研磨終点を判定する研磨方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】研磨台に設けられた複数の被研磨物載置部に載置された被研磨物に、研磨定盤に被着された研磨パッドを押し当て、被研磨物と研磨パッドとの間に研磨スラリを供給し、研磨台、被研磨物載置部および研磨定盤の少なくとも一つを回転させて複数枚の被研磨物を同時に研磨する研磨方法であって、前記複数枚の被研磨物に、研磨抵抗が異なる層が積層されているダミー被研磨物を混在させて研磨し、研磨定盤を回転させる回転軸、研磨台を回転させる回転軸およびダミー被研磨物が載置されている被研磨物載置部を回転させる回転軸の少なくとも一つのトルクを測定し、このトルクの時間変化に基づいて研磨終点を判定することを特徴とする研磨方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体素子、磁性素子、光学素子などの薄膜素子の製造工程において、平板基板上に形成された薄膜の表面平坦化などに用いられる研磨方法に関し、特にLSI等の半導体素子の製造工程においてシリコンウエハの表面に形成された薄膜の表面平坦化に用いられる研磨方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、例えばLSI等の半導体素子の製造工程において、半導体素子の高密度化を目的として多層配線が用いられるようになり、また半導体素子の微細化に伴い配線形成の高精度化が要求されるようになってきている。そのため、例えば層間絶縁膜や配線となる導電膜をウエハ表面に形成した後、これらの薄膜の表面の凹凸を化学的機械研磨（以下：Chemical Mechanical Polishing）により平坦化することが行われるようになってきている。

【0003】このウエハ表面の薄膜の研磨には、研磨台に載置されたウエハに、研磨定盤に取り付けられた研磨パッドを押し当て、研磨スラリ（砥粒液）を供給しながら、研磨定盤および研磨台のいずれか一方または両方を回転させる方法が採られている。複数枚のウエハを研磨台に載置することにより、各ウエハを同時に研磨することも行われる。

【0004】従来、このウエハ表面に形成された薄膜の研磨の終点検出は操業経験に基づき行われていた。すなわち、研磨する薄膜の厚さをあらかじめ測定しておいた研磨速度で除した値に安全率を乗じた値を研磨時間として事前に設定しておき、その時間研磨を行う方法である。

【0005】しかしながら、研磨速度は研磨パッドの摩耗や変形の影響を受ける。すなわち、研磨パッドが摩耗すると急速に研磨速度が低下する。そのため、時間の経過とともに、研磨パッドの摩耗度合いが大きくなり、研磨時間を一定にしていたのではウエハの研磨不足等が発生する。このため、あらかじめ研磨時間を設定する従来

方法では再現性良く研磨を行うことは困難であった。

【0006】この問題点を解決する方法として、ウエハが固定されたウエハ保持部を回転駆動するトルクの時間変化を測定することにより研磨終点を判定する方法が提案されている（特開平6-216095号公報、特開平6-315850号公報）。

【0007】特開平6-216095号公報に記載された方法は、ウエハ表面に形成された薄膜の凹凸がなくなるときの研磨抵抗の減少をトルクの急減としてとらえるものである。

【0008】また、特開平6-315850号公報に記載された方法は、ウエハ表面に形成された薄膜が研磨されて下地材料が表面に露出するときの研磨抵抗の変化をトルクの変化としてとらえるものである。

【0009】しかしながら、特開平6-216095号公報に記載された方法では、半導体素子の微細パターンの凹凸の減少による研磨抵抗の変化は微小であるため、実際にはノイズなどのためにその研磨抵抗の変化をトルクの変化として検出することは通常は困難である。

【0010】また、特開平6-315850号公報に記載された方法は、ウエハ表面の薄膜とは膜質の異なる下地材料が表面に露出したときの研磨抵抗の変化をとらえるものであり、上述したウエハ表面に形成された凹凸の平坦化のような薄膜を途中まで研磨する研磨工程、すなわち下地材料が露出しない状態を研磨終了とする研磨工程への適用は困難である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、ウエハの表面に形成された薄膜の表面の凹凸の平坦化の研磨工程のように下地材料が露出しない状態で研磨を終了する研磨工程や下地材料が露出するまで研磨する場合であっても表層の薄膜と下地材料との研磨抵抗に顕著な差がない研磨工程においても、研磨終点を正確に検出し、ウエハを再現性良く研磨できる研磨方法を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の研磨方法は、研磨台に設けられた複数の被研磨物載置部に載置された被研磨物に、研磨定盤に被着された研磨パッドを押し当て、被研磨物と研磨パッドとの間に研磨スラリを供給し、研磨台、被研磨物載置部および研磨定盤の少なくとも一つを回転させて複数枚の被研磨物を同時に研磨する研磨方法であって、前記複数枚の被研磨物に、研磨抵抗が異なる層が積層されているダミー被研磨物を混在させて研磨し、研磨定盤を回転させる回転軸、研磨台を回転させる回転軸およびダミー被研磨物が載置されている被研磨物載置部を回転させる回転軸の少なくとも一つのトルクを測定し、このトルクの時間変化に基づいて研磨終点を判定することを特徴としている。

【0013】なお、研磨抵抗が異なる層が積層されているダミー被研磨物には、下地基板（下地層）の表面に下地基板と研磨抵抗の異なる薄膜（表面層）を形成するものも当然含まれる。

【0014】また、ここで言うトルクは、トルク値である必要はなく、トルク相当値を表す値であれば良い。

【0015】本発明の研磨方法は、研磨抵抗が異なる層を備え、表面層が所定量研磨されると研磨抵抗の異なる下地層が表面に露出するようにしたダミー被研磨物を用意し、このダミー被研磨物を被研磨物と同時に研磨し、
10 ダミー被研磨物の研磨抵抗の変化をトルクの変化として検出するものである。すなわち、被研磨物が目標量研磨されたとき、ダミー被研磨物においては表面層とは研磨抵抗が異なる下地層が表面に露出されて、ダミー被研磨物の研磨抵抗が顕著に変化する。また、全体の研磨抵抗も、他の被研磨物の研磨抵抗が変化しない場合およびほとんど変化しない場合であっても、ダミー被研磨物の研磨抵抗の変化により有意な変化を示す。したがって、研磨定盤を回転させる回転軸に対するトルク、研磨台を回転させる回転軸に対するトルクおよびダミー被研磨物が
20 載置されている被研磨物載置部を回転させる回転軸に対するトルクの少なくとも一つのトルクを測定することにより、この研磨抵抗の変化を検出して、研磨終点を判定することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について、CMPによるウエハ（被研磨物）の研磨方法を例にとり説明する。

【0017】（研磨装置）図1は、本発明の研磨装置に用いられる研磨装置の1例を示す模式的縦断面図である。研磨パッド2が研磨定盤5に取り付けられており、また、研磨台3上にはウエハ載置部1が5ヶ所設けられている。ウエハ載置部1には、被研磨物である製品ウエハSnが載置される。この図では、製品ウエハSnが4枚、後述するダミーウエハSdが1枚載置されている。研磨定盤5は、その中心を回転軸として研磨定盤回転駆動機構7により回転させられる。また、研磨台3およびウエハ載置部1は、それぞれの中心を回転軸として、それぞれが研磨台回転駆動機構4により回転させられる構成となっている。すなわち、研磨台3がその中心軸の回りに回転（公転）するとともに、ウエハ載置部1もウエハ載置部1の中心軸の回りに回転（自転）する構成となっている。製品ウエハSnの研磨は、研磨スラリー供給機構（図示せず）から研磨スラリーを供給しながら、研磨パッド2と製品ウエハSnとを接触回転させることにより行われる。この装置では、上述したように製品ウエハSnとダミーウエハSdとを合わせウエハ5枚を同時に研磨することができる。

【0018】この装置では、さらに研磨定盤5のトルクを測定するトルク測定機構8と終点判定部9が設けられ

ている。

【0019】トルク測定機構8は、トルクを測定し、トルク測定信号を終点判定機構9に伝達する。トルク測定機構8としては、例えば研磨定盤回転駆動機構7の電動機に印加される電力を測定し、その電力値と研磨定盤5の回転数とから算出するものなどを用いれば良い。研磨定盤5の回転数を一定とする場合、その電力値をそのまま用いても良い。また、トルク測定機構8としては、この構成以外に、研磨定盤5と研磨定盤回転駆動機構7の途中に市販のトルク測定器を挿入する構成としても良い。

【0020】なお、トルクの測定は、この例では研磨定盤5を駆動する回転軸に対するトルクに対して行うものであるが、ウエハを回転させる研磨台3の回転軸に対して行っても良いし、また両方に対して行っても良い。ダミーウエハが載置されるウエハ載置部1の回転軸に対して行っても良い。

【0021】終点判定機構9においては、トルク測定信号およびその時間微分値などからウエハの研磨終点を判定する。研磨終点の判定は、例えばトルク測定信号およびその時間微分値の少なくとも一方が所定の設定値以上に変化したときを研磨終点と判定するなどすれば良い。

【0022】なお、トルク測定信号には、研磨定盤や研磨台の回転駆動機構のスイッチングに起因する高周波ノイズや、研磨定盤および研磨台の回転数変動や研磨中のわずかな研磨圧力変動に起因するドリフト成分を含む低周波ノイズが含まれる場合がある。そこで、これらを除去するノイズカット部を備えることが好ましい。

【0023】例えば、図1に示す終点判定機構9では、A/D変換部9a、ノイズカット部9bおよび終点判定部9cを備えており、トルク測定信号をA/D変換し、ノイズカット部9bにおいてA/D変換されたデジタルデータにデジタルフィルタを用いたデータ処理を施してこれらのノイズを低減し、研磨終点判定を行う構成となっている。

【0024】図2は、ノイズカット部での信号処理のボード線図を示すものである。遮断周波数f1およびf2を適切に選択することにより、上記の高周波ノイズおよびドリフト成分を含む低周波ノイズを除去し、トルクに対応する信号のみを取り出すことができる。

【0025】なお、A/D変換前のアナログ信号側に、ローパスフィルタおよびハイパスフィルタのいずれか一方または両方を含むノイズカット部を設け、ローパスフィルタにより高周波ノイズを低減させ、ハイパスフィルタによりドリフト成分を含む低周波ノイズを除去させても良い。すなわち、ノイズカット部は、A/D変換後のデジタル信号側にソフトウェアとして入れても良いし、変換前のアナログ信号側にハードウェアとして入れても良い。

【0026】(ダミーウエハ)製品ウエハSnの表面に形成された薄膜層を目標量研磨したい場合、ダミーウエハSdとして、例えば、製品ウエハSnの表面薄膜層と研磨抵抗の大きく異なる下地層の上に、製品ウエハSnの表面薄膜層と同等の膜質の薄膜を製品ウエハSnの目標研磨量だけ表面に形成したものをを用いれば良い。このダミーウエハSdを用いれば、製品ウエハSnが目標量研磨されたとき、ダミーウエハSdも目標量研磨されて、下地層が表面に露出し、ダミーウエハSdの研磨抵抗が顕著に変化するので、研磨定盤を駆動している回転軸や研磨台の回転軸のトルク測定値の変化から、製品ウエハSnが目標量研磨されたことを判定できる。

【0027】例えば、製品ウエハSnの表面薄膜層がシリコン酸化膜の場合、ダミーウエハSdの表面層として、シリコン酸化膜以外に、膜質が同等のものとして、PSG (Phospho-Silicate Glass) 膜やBPSG (Boron-doped Phospho-Silicate Glass) 膜などを用いることができる。

【0028】また、ダミーウエハSdの表面層を、製品ウエハSnの表面薄膜層と異なる膜質の薄膜とする場合、膜質の差による研磨速度の差を換算し、製品ウエハSnの表面薄膜層を目標量研磨できるように、ダミーウエハSdの表面層の膜厚を決めれば良い。

【0029】例えば、製品ウエハSnの表面薄膜層がシリコン酸化膜の場合、ダミーウエハSdの表面層として、タングステンを用いた場合、製品ウエハSnの目標研磨量の1.5倍を膜厚とすれば良い。

【0030】ただし、ダミーウエハSdの表面層として、製品ウエハSnの表面薄膜層と膜質が同等のものをを用いることが好ましく、製品ウエハSnの表面薄膜層と同じ膜を用いることがより好ましい。

【0031】研磨抵抗の異なる層を基板の上にN層備えるダミーウエハSdを用いれば、製品ウエハSnの研磨において、N個の研磨量に対して終点検出が可能である。

【0032】(研磨方法)以下、製品ウエハSnの表面に形成された薄膜層を目標量研磨する場合を例として本発明の研磨方法について説明する。

【0033】図3は、本発明の研磨方法の例を示すフローチャートである。

【0034】あらかじめ、ダミーウエハSdを用意する。ダミーウエハSdとして、前述したように、例えば、製品ウエハSnの表面薄膜層と研磨抵抗の大きく異なる下地層の上に、製品ウエハSnの表面薄膜層と同等の膜質の薄膜を製品ウエハSnの目標研磨量だけ表面に形成したものをを用いれば良い。(ステップS201)。

【0035】①ダミーウエハSdと製品ウエハSnを研磨台3のウエハ載置部1に載置して、ダミーウエハSdと製品ウエハSnの研磨を開始する(ステップS202)。

【0036】②トルク測定機構8によりトルクを測定する(ステップS203)。

【0037】③終点判定機構9において、トルク測定信号およびその時間微分値などから製品ウエハを目標量研磨するときの研磨終点を判定する(ステップS204)。

【0038】④終点と判定されたとき、研磨を終了する(ステップS205)。終点と判定されなかったとき、研磨を続けトルク測定(ステップS203)に戻る。

【0039】この研磨方法は、製品ウエハに関する研磨抵抗が変化しなくても、ダミーウエハの研磨抵抗の変化から終点を正確に判定できるので、再現性良く、ウエハの表面に形成された薄膜を目標量だけ研磨することができる。

【0040】

【実施例】本発明の実施例について説明する。本実施例で用いた研磨装置は、図1に示したものである。トルクの測定は、研磨定盤回転駆動機構7の電動機に印加される電力を測定して、その電力値と研磨定盤の回転数とから演算することとした。

【0041】図4は、本実施例のノイズカット部での信号処理のボード線図を示すものである。高周波ノイズを除去するものとし、遮断周波数 f_2 は5Hzとした。

【0042】ダミーウエハSdを用いたとき(本発明例)とダミーウエハSdを用いないとき(比較例)に対し、表面に薄膜を備えたウエハを研磨したときのトルクの時間変化を測定した。本発明例では、ダミーウエハSd 1枚および製品ウエハSn 4枚を同時に研磨した。比較例では、製品ウエハSn 5枚を同時に研磨した。

【0043】研磨に用いたウエハは、シリコンウエハ上にシリコン酸化膜が凸部で500nm凹部で350nm成膜され、表面の凹凸差が150nmのものである。また、ダミーウエハSdは、シリコンウエハ上にシリコン酸化膜が200nm成膜されたものである。

【0044】研磨パッドは、不織布にポリウレタンを含浸させたものを用いた。研磨スラリーは、シリカ(SiO_2)をKOH水溶液に懸濁させたものを用いた。研磨定盤5、研磨台3、ウエハ載置部の回転数は、それぞれ45rpm、7rpm、42rpmとした。

【0045】図5は、ウエハを研磨したときのトルクの測定結果の一例を示す図である。Aは本発明例の結果であり、Bは比較例の結果である。 t_E は、研磨終点の時間である。

【0046】本発明例では、シリコン酸化膜を200nm研磨した時点(研磨終点)で、トルクの値が大きく変化した。一方、本発明例および比較例ともに、シリコン酸化膜が150nm以上研磨され凹凸が平坦化された時点でのトルクの変化は、検出されなかった。

【0047】次に、研磨終点を判定するトルク値 T_{RE} を480N・mとして、ダミーウエハSd 1枚および製

品ウエハSn 4枚を同時に研磨し、製品ウエハSn 4枚について研磨量を測定した。結果、平均研磨量201nm、研磨量の均一性 $\pm 5.0\%$ であった。すなわち、ダミーウエハSdを用いることにより、製品ウエハを精度良く目標量研磨することができることを確認した。

【0048】図6は、図5に示したトルクのA/D変換直後のトルクの波形の一例を示す図である。Aは本発明例の結果であり、Bは比較例の結果である。tEは、同じく研磨終点の時間である。この図から、ノイズカット部を備えることにより、トルク波形からノイズを除去し、研磨終点の判定の精度を向上できることがわかる。

【0049】

【発明の効果】上述したように、本発明の研磨方法は、ウエハ表面に形成された薄膜の表面の凹凸の平坦化の研磨工程のように下地材料が露出しない状態を研磨終点とする研磨工程や下地材料が露出するまで研磨する場合であっても表層の薄膜と下地材料との研磨抵抗に顕著な差がない研磨工程においても、研磨終点を正確に検出し、ウエハを再現性良く研磨できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の研磨方法に用いられる研磨装置の1例を示す模式的縦断面図である。

【図2】ノイズカット部での信号処理のボード線図を示すものである。

すものである。

【図3】本発明の研磨方法の例を示すフローチャートである。

【図4】本実施例でのノイズカット部での信号処理のボード線図を示すものである。

【図5】ウエハを研磨したときのトルクの測定結果の一例を示す図である。

【図6】図5に示したトルクのA/D変換直後のトルクの波形の一例を示す図である。

10 【符号の説明】

Sn 製品ウエハ（被研磨物）

Sd ダミーウエハ（ダミー被研磨物）

1 ウエハ載置部

2 研磨パッド

3 研磨台

4 研磨台回転駆動機構

5 研磨定盤

7 研磨定盤回転駆動機構

8 トルク測定機構

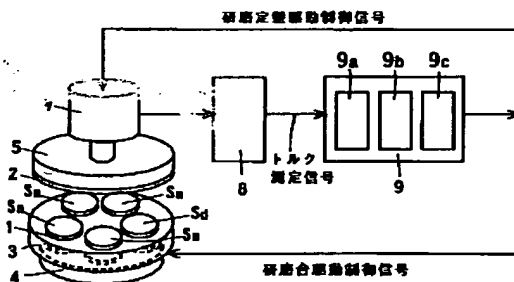
20 9 研磨終点判定機構

9a A/D変換部

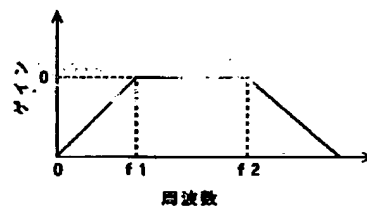
9b ノイズカット部

9c 終点判定部

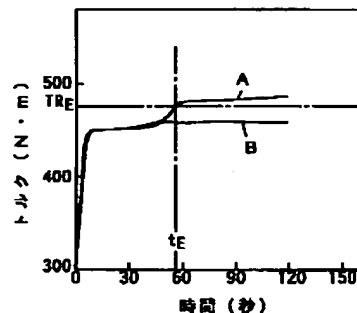
【図1】



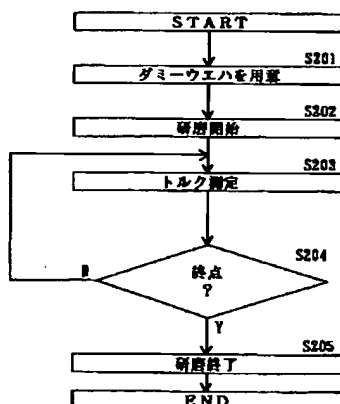
【図2】



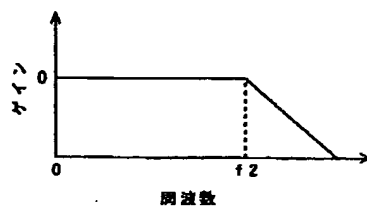
【図5】



【図3】



【図4】



(6)

特開平10-202508

【図6】

